

HODNOTENIE STAVU A VÝVOJA LESOV NA VÝBEROVOM SÚBORE LESNÝCH HOSPODÁRSKÝCH PLÁNOV V SR

Ivan HERICH

Národné lesnícke centrum – Ústav lesných zdrojov a informatiky Zvolen,
ul. Sokolská 2, SK – 960 52 Zvolen, e-mail: herich@nlcsk.org

HERICH I.: Assessment of forest condition and its development on a sampling set of forest management plans in Slovakia. Lesn. Čas. – Forestry Journal, **55**(2): 111–138, 2009, 12 fig., tab. 18, ref. 7. Original paper. ISSN 0323–10468

The sampling set for the analysis of forest condition and its development was formed by comparable databases of forest management plans (FMP) with effect from 1987, 1997, 2007 and data from the forest records (FR) from the 1997–2006 period. The paper provides an analysis of forest condition development based on the aggregated data from FMP and FR. The analysis in particular focuses on trends in basic forest indicators observed in the researched period. The analysed set included the following indicators: functional forest category; forms of silvicultural systems; age structure; tree species composition; production indicators; and future trend predictions.

The achieved results expressed by positive trends are associated with the implementation of close-to-nature silvicultural systems, optimisation of tree species composition and improvements in production indicators, which combined together, resulted in higher volumes of planned felling.

Key words: *forest management plan, information bank, forest development, trends*

Výberový súbor pre analýzu stavu a vývoja lesov tvoria obsahovo porovnateľné databázy lesných hospodárskych plánov (LHP) so začiatkom platnosti v rokoch 1987, 1997, 2007 a údaje lesnej hospodárskej evidencie (LHE) za obdobie 1997 – 2006. Predložená práca analyzuje vývoj lesov na základe agregácie údajov LHP a LHE. Predmetom analýzy je vývoj základných charakteristík o stave lesov v sledovanom období, ktoré zahŕňujú kategorizáciu lesov, formy hospodárskych spôsobov, vekovú štruktúru, zastúpenie drevín, produkčné charakteristiky a predikciu ďalšieho vývoja lesov.

Dosiahnuté výsledky v podobe pozitívnych trendov sú zjavné najmä v zavádzaní jemnejších spôsobov hospodárenia v lesoch, v optimalizácii drevinovej skladby a vo zvýšení produkčných charakteristík, ktoré vyústili do vyšších plánovaných ťažieb.

Kľúčové slová: *lesný hospodársky plán, informačná banka, trendy vývoja lesov*

1. Úvod a problematika

Prevádzkové využívanie informačného systému a budovanie informačnej banky hospodárskej úpravy lesov (HÚL) sa datuje od roku 1974, kedy boli po prvýkrát automatizovane spracované vybrané časti lesných hospodárskych plánov (LHP) a archivované v digitálnej forme ako databázy LHP v rámci pobočky Lesoprojektu vo Zvolene. Následne bol IS HÚL zdokonaľovaný a implementovaný na celom území Slovenska. Funkcionalita IS HÚL sa postupne rozširovala (HERICH 1997) o podsystem formálnej a logickej kontroly vstupných údajov, podsystem spracovania slovného opisu porastov a plánu hospodárskych opatrení, podsystem výpočtu zásob a taxačných veličín, podsystem sortimentácie plánovaných ťažieb, podsystem spracovania permanentnej inventarizácie lesov, podsystem lesnej hospodárskej evidencie, podsystem trhov, geografický a iné. Tak IS HÚL postupne prerástol do IS LH. Až začiatkom 80-tych rokov sa preto stabilizoval obsah a štruktúra archivovaných databáz LHP. Prirodzený cyklus obnov LHP ale narušila jednorázová aktualizácia LHP, ktorá bola celoplošne vykonaná v rokoch 1984 – 1985 a s ňou súvisiace rozpisy úloh LHP, ktorými sa predlžovala platnosť LHP.

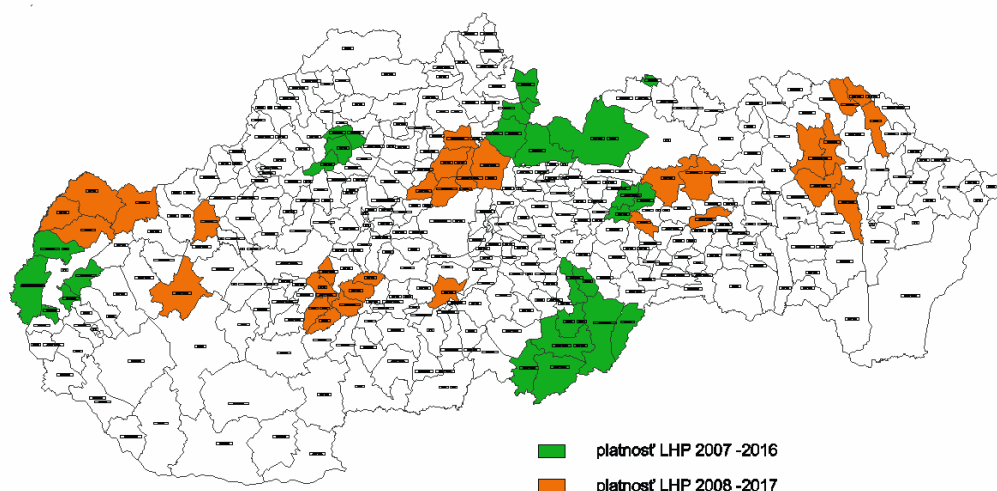
Z uvedených dôvodov obsahuje informačná banka obsahovo porovnateľné databázy LHP počnúc rokom 1987. Tým sa v súčasnosti vytvorila jedinečná možnosť podrobne analyzovať vývoj lesov na troch časových hladinách v súlade s obdobím platnosti LHP:

- časové hladiny 1987 – 1988 obsahujú LHP so začiatkom platnosti v rokoch 1987, 1988,
- časové hladiny 1997 – 1998 obsahujú LHP so začiatkom platnosti v rokoch 1997, 1998,
- časové hladiny 2007 – 2008 obsahujú LHP so začiatkom platnosti v rokoch 2007, 2008.

Nakoľko sa každý rok vyhotovujú LHP na približne 10 % územia, môžeme analyzovať charakteristiky vývoja lesov z LHP za obdobie troch decínií na dvoch výberových súboroch pokrývajúcich približne 20 % zalesneného územia Slovenska.

Na obrázku 1 sú farebne zobrazené lesné hospodárske celky (LHC), pre ktoré boli v uvedených rokoch pre jednotlivé decíniá vyhotovované LHP. Tieto LHC sú mozaikovo rozmiestnené na území Slovenska a z hľadiska hodnotenia stavu a vývoja lesov možno toto rozmiestnenie považovať za náhodné.

Databázy LHP platných od 1. 1. 2008 boli v čase riešenia úlohy ešte v procese odovzdávania od vyhotovovateľov LHP do informačnej banky. Preto sme v prvej etape analyzovali ročníky 1987, 1997, 2007, v ktorých boli postupne obnovované LHP v pôvodných hraniciach týchto 27 LHC: FAČKOV, FILAKOVO, HABOVKA, HABOVKA_TANAP, HRABUŠICE, JESENSKÉ, KOSTOLIŠTE, LIPTOVSKÝ.MIKULÁŠ, LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ_TANAP, ĽADOVÁ, LOZORNO, MORAVSKÝ JÁN, ORAVICE, ORAVICE_TANAP, PIENINY, RAČKOVÁ, RAJEC, RAJECKÉ TEPLICE, RATKOVÁ, RIM.SOBOTA, SIRK, SMIŽANY, SOLOŠNICA, STÁRŇA, TEPLÝ VRCH, VYSOKÉ TATRY, ŠAFÁRIKOV.



Obr. 1. Mapa lesných hospodárskych celkov

Fig. 1. Map of forest management units.

¹⁾FMP validity

2. Materiál a metódy

V analyzovanom období došlo k prinavráteniu vlastníckych práv k lesným pozemkom a významne sa zmenila aj lesnícka legislatíva, čo malo za následok aj zmenu priestorovej jednotky rozdelenia lesa pre vyhotovenie LHP. V prvom decéniu až do roku 2005 boli LHP vyhotovované pre LHC, v druhom a treťom decéniu boli LHP vyhotovované pre lesné užívateľské celky (LUC) a neskôr podľa zákona č. 326/2005 Z. z. pre lesné celky (LC), ktoré sa začali vytvárať v roku 1995. Pre vytváranie LHC, LUC a LC sa uplatňovali rôzne kritériá, preto táto zmena spôsobila aj malé rozdiely vo výmerách území, pre ktoré boli na jednotlivých časových hladinách vyhotovované LHP. Ako je zrejme z tabuľky 1 rozdiely vo výmerách nie sú významné.

Z databáz LHP pre jednotlivé LHC, LUC a LC sme pre tri časové hladiny zlúčením vytvorili databázy o celom záujmovom území, ktoré majú jednotnú pôvodnú štruktúru uloženia databáz LHP v informačnej banke. V priebehu sledovaného obdobia došlo aj k zmenám technologických postupov vyhotovenia LHP (KOLEKTÍV 1995), preto boli vytvorené databázy následne unifikované uplatnením jednotných číselníkov

Tabuľka 1. Výmera výberového súboru v časových hladinách

Table 1. Sampling set area at defined time horizons

Platnosť LHP od ¹⁾	Holina skutočná ²⁾	Plocha skutočná ³⁾	Spolu ⁴⁾	
	ha			%
1987	1 780	179 174	180 954	100,00
1997	552	180 478	181 031	100,04
2007	1 522	181 847	183 369	101,33

¹⁾FMP validity, ²⁾Actual non-stocked forest land, ³⁾Actual area, ⁴⁾Total

a technických jednotiek (skratky drevín, bonity, kódy porastových typov, kódy funkčných typov a i.).

Sledovanie hospodárenia v lese v priebehu platnosti LHP je možné uskutočňovať len na základe permanentnej evidencie vykonaných hospodárskych opatrení. S ohľadom na veľký počet vlastníkov a užívateľov lesov táto úloha nie je reálne zvládnuteľná bez efektívneho informačného systému LHE. Zber a spracovanie LHE vychádza zo zákonnej povinnosti užívateľov lesov poskytovať právnickej osobe zriadenej ministerstvom pôdohospodárstva údaje o vykonaných hospodárskych opatreniach za vykazovaný kalendárny rok v zmysle zákona č. 326/2005 Z. z. o lesoch, § 44. Zber údajov je celoplošný v podrobnom (výkaz L 146) aj v agregovanom (výkaz L 144) členení (KOLEKTÍV 2000).

Vstupy do analýzy boli získané spracovaním databáz LHP a LHE štandardným lesníckym aplikačným softvérom zabezpečujúcim:

- A. agregáciu vybraných charakteristík LHP v časových hladinách pre:
 - a) porovnanie kategorizácie lesov,
 - b) porovnanie funkcií lesov,
 - c) porovnanie poškodenia lesov škodlivými činiteľmi,
 - d) porovnanie foriem uplatňovaných hospodárskych spôsobov,
 - e) porovnanie drevinového zloženia,
 - f) porovnanie produkcie,
 - g) porovnanie plánu ťažieb,
 - h) porovnanie plánu zalesnenia.
- B. agregáciu vybraných charakteristík LHP podľa vekových stupňov v časových hladinách pre:
 - i. porovnanie vekovej štruktúry,
 - ii. porovnanie štruktúry zásob,
 - iii. porovnanie zakmenenia,
 - iv. porovnanie bonít drevín,
 - v. porovnanie prírastkov drevín,
 - vi. porovnanie plánovaných ťažieb.
- C. agregáciu vybraných údajov LHE pre:
 - i. kvantifikáciu štruktúry vykonanej ťažby,
 - ii. porovnanie vykonanej ťažby s ťažbou plánovanou.
- D. výpočet sortimentácie zásob porastov v časových hladinách pre:
 - a) porovnanie hrúbkovej štruktúry,
 - b) porovnanie kvalitovej štruktúry.
- E. prognózu charakteristík vývoja lesov realizáciou:
 - i. deterministického modelu vývoja lesov,
 - ii. stochastického modelu vývoja lesov.

Analýza databáz LHP v sledovanom období sa opiera o:

- tabuľky sumárnych, priemerných a inak agregovaných veličín na rôznych úrovniach agregácie,
- spojnicové a stĺpcové štatistické grafy,
- štatistické miery polohy a variability,
- testovanie štatistických hypotéz,
- časové rady a indexy,
- v hospodárskej úprave lesov všeobecne známe vzťahy medzi taxačnými veličinami,
- technológiu geografických informačných systémov (GIS).

Technológia GIS umožňuje charakteristiky vývoja lesov, vzťahnuté k digitálnym lesníckym mapám, vyhodnotiť nástrojmi priestorovej analýzy a zobraziť v tematických mapách. Nevyhnutným predpokladom zobrazenia je priradenie charakteristík (atribútov) k odpovedajúcim jednotkám rozdelenia lesa (plochám) v jednotlivých časových hladinách a vytvorenie mapových vrstiev.

Treba si však uvedomiť, že lesnícke mapy sa v digitálnej forme začali vyhotovovať až v druhej polovici 90-tych rokov. Súvislá celoplošná lesnícka digitálna mapová báza je preto k dispozícii len pre platné LHP.

Pre ilustráciu súčasného stavu lesov môžu slúžiť tematické mapy so zobrazením vybraných charakteristík z platných LHP pre celé územie (porastovú pôdu) Slovenska. V detaile tak možno hodnotiť a porovnávať priestorové rozmiestnenie funkčných, porastových, ochranných, imisných typov lesa a ďalších vybraných charakteristík. Tematické lesnícke mapy sú prístupné v sieti Internet prostredníctvom mapovej služby WMS na adrese <http://158.195.46.74:84/default.asp>.

Kvôli obmedzenému rozsahu sú v práci uvedené len vybrané výsledky analýzy z predmetnej štúdie (HERICH 2008).

3. Dosiahnuté výsledky a diskusia

3.1. Kategorizácia lesov

Vychádza z funkčného zamerania lesov. V analyzovaných databázach LHP prevláda funkcia produkčná, protierózna, vodohospodárska, ochrany prírody, rekreačná a protilavínová.

Vývoj týchto funkcií (tab. 2) je v sledovanom období charakterizovaný:

- prechodným poklesom výmery porastovej pôdy s funkciou produkčnou v roku 1997 (v súvislosti s prechodným zvýšením výmery porastovej pôdy s funkciou ochrany prírody v roku 1997), ale jej celkovým rozšírením v roku 2007,
- rozšírením výmery porastovej pôdy s funkciou protieróznou,
- stagnovaním výmery porastovej pôdy s funkciou vodohospodárskou,
- rozšírením výmery porastovej pôdy s funkciou ochrany prírody s prechodným výrazným zvýšením v roku 1997,
- podstatným znížením výmery porastovej pôdy (v porovnaní s rokom 1987) s funkciou protilavínovou a rekreačnou.

Funkčné zameranie sa premieta do základných rozhodnutí pri vylíšení kategórií a subkategórií lesov podľa legislatívy platnej v jednotlivých decéniách. V kategorizácii lesov možno pozorovať tieto trendy (tab. 3):

- rozširovanie kategórie lesov hospodárskych a lesov ochranných,
- znižovanie kategórie lesov osobitného určenia,

Tabuľka 2. Prevládajúce funkcie lesov v hektároch

Table 2. Dominant forest functions in hectares

Funkcia ¹⁾	1987	1987 (%)	1997	1997 (%)	2007	2007 (%)
Produkčná ²⁾	101 509	56,1	96 998	53,6	108 934	59,4
Protierózna ³⁾	19 226	10,6	26 332	14,5	29 120	15,9
Vodohospodárska ⁴⁾	28 255	15,6	28 344	15,7	27 881	15,2
Protilavínová ⁵⁾	5 750	3,2	1 101	0,6	1 412	0,8
Rekreačná ⁶⁾	11 554	6,4	282	0,2	223	0,1
Ochrana prírody ⁷⁾	11 221	6,2	23 549	13,0	13 884	7,6

¹⁾Function, ²⁾Production, ³⁾Erosion control, ⁴⁾Water management, ⁵⁾Avalanche control, ⁶⁾Recreation,

⁷⁾Nature protection

Tabuľka 3. Kategórie lesov

Table 3. Functional forest categories

Platnosť LHP od ¹⁾	Kategória ²⁾ (ha)					
	H ³⁾	H (%)	O ⁴⁾	O (%)	U ⁵⁾	U (%)
1987	102 561	33,4	52 970	31,4	25 424	36,8
1997	96 098	31,3	57 445	34,0	27 487	39,8
2007	108 724	35,3	58 516	34,6	16 130	23,4

¹⁾Validity of FMP, ²⁾Category, ³⁾Commercial forests, ⁴⁾Protective forests, ⁵⁾Special purpose forests

- prechodné rozšírenie kategórie lesov osobitného určenia v roku 1997 (v súvislosti s prechodným zvýšením výmery porastovej pôdy s funkciou ochrany prírody) na úkor kategórie lesov hospodárskych.

3.2. Formy hospodárskych spôsobov

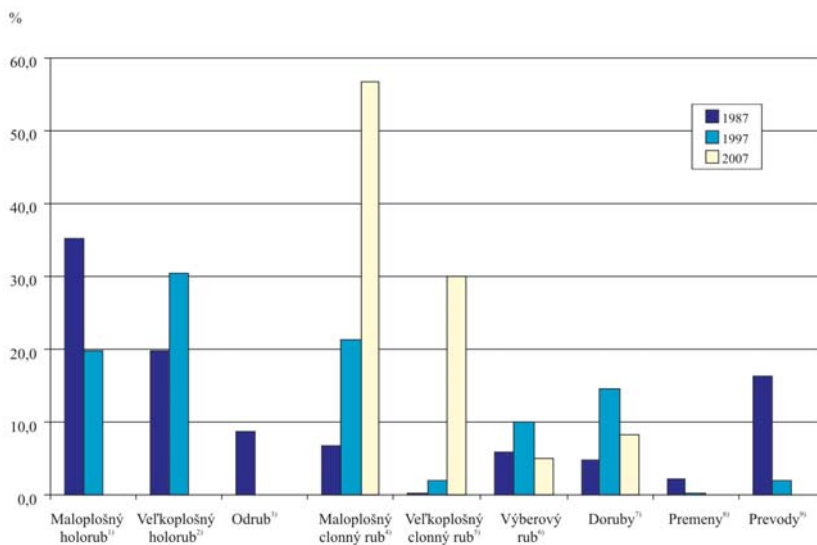
V sledovanom období došlo k postupnej ale radikálnej zmene v uplatňovaní hospodárskych spôsobov (tab. 4, obr. 2). Zatiaľ čo v prvom a v menšej miere aj v druhom decéniu prevládajú formy holorubného hospodárskeho spôsobu, v treťom decéniu už dominujú formy podrastového hospodárskeho spôsobu. Veľký podiel má na tom zákon o lesoch č. 326/2005 Z. z., ktorý zakazuje holorubný hospodársky spôsob.

Tabuľka 4. Formy hospodárskych spôsobov

Table 4. Silvicultural systems and their forms

Forma hospodárskeho spôsobu ¹⁾	1987		1997		2007	
	ha	%	ha	%	ha	%
Maloplošný holorub ²⁾	2 779	35,4	1 559	19,7	0	0,0
Veľkoplošný holorub ³⁾	1 557	19,8	2 401	30,4	2	0,0
Odrub ⁴⁾	692	8,8	0	0,0	0	0,0
Maloplošný clonný rub ⁵⁾	528	6,7	1 683	21,3	6 263	56,6
Veľkoplošný clonný rub ⁶⁾	13	0,2	152	1,9	3 343	30,1
Výberkový rub ⁷⁾	471	6,0	793	10,0	560	5,0
Doruby ⁸⁾	392	5,0	1 145	14,5	926	8,3
Premeny ⁹⁾	162	2,1	16	0,2	1	0,0
Prevody ¹⁰⁾	1 277	16,2	156	2,0	23,47	0,21
Spolu ¹¹⁾	7 872	100	9 902	100	13 102	100

¹⁾ Forms of silvicultural system, ²⁾Small – scale clear felling, ³⁾Large – scale clear felling, ⁴⁾Regeneration cut on forest edges, ⁵⁾Small – scale shelterwood felling, ⁶⁾Large – scale shelterwood felling, ⁷⁾Selection felling, ⁸⁾Overstorey removal felling, ⁹⁾Species conversion, ¹⁰⁾Origin conversion, ¹¹⁾Together



Obr. 2. Formy hospodárskych spôsobov

Fig. 2. Silvicultural systems and their forms.

¹⁾Small – scale clear felling, ²⁾Large – scale clear felling, ³⁾Regeneration cut on forest edges,

⁴⁾Small – scale shelterwood felling, ⁵⁾Large – scale shelterwood felling, ⁶⁾Selection felling,

⁷⁾Overstorey removal felling, ⁸⁾Species conversion, ⁹⁾Origin conversion

Premeny a prevody sú v druhom a treťom decéniu, v porovnaní s prvým, plánované v nepatrnom rozsahu.

Uplatňovanie foriem výberkového hospodárskeho spôsobu kolíše (pravdepodobne v dôsledku nie celkom optimálnej štruktúry výberkových porastov) a v treťom decéniu zaznamenalo mierny pokles.

3.3. Veková štruktúra

Z tabuľky plôch skutočných vo vekových stupňoch (tab. 5) je zrejmé, že:

- Pri presune z nižšieho do vyššieho vekového stupňa sa plocha skutočná znižuje. Vplyvom úmyselnej a náhodnej rubnej ťažby sa alikvótna časť tejto plochy presúva do prvého vekového stupňa.
- Výnimku tvorí výmera porastov pätnásteho vekového stupňa a starších, ktorá výrazne narastá.
- Vetrová kalamita, ale aj zvyšovanie ťažieb má za následok aj relatívne veľkú výmeru prvého vekového stupňa v treťom decéniu.

Vekovú štruktúru v jednotlivých decéniách treba analyzovať aj diferencovane podľa kategórií lesov, nakoľko základné rozhodnutia (v súvislosti s uplatňovaním ťažbových percent ide najmä o rubné a obnovné doby) sú diferencované podľa kategórií lesov.

Z porovnania tabuliek 5 a 6 vyplýva:

Tabuľka 5. Plochy skutočné vo vekových stupňoch
Table 5. Actual areas by age classes

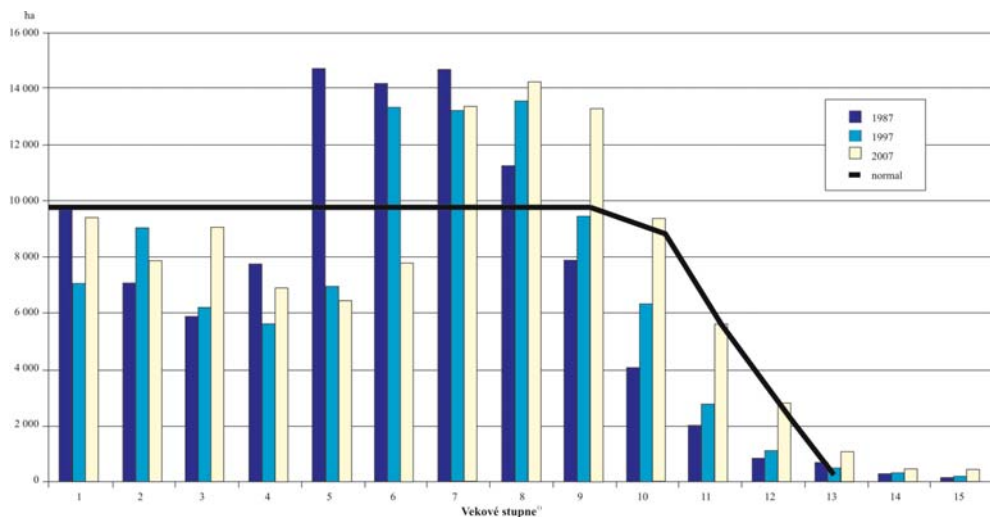
Platnosť LHP od ¹⁾	Vekové stupne ²⁾														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+
1987	13 174	11 411	10 831	12 396	20 155	19 706	19 896	16 907	14 816	9 735	8 373	5 205	5 347	5 372	5 849
1997	9 950	13 523	10 759	10 920	12 412	19 515	19 597	19 140	15 509	13 388	8 425	7 305	4 672	4 929	10 436
2007	18 294	10 557	12 394	10 307	10 346	11 520	17 710	17 941	16 741	13 320	10 624	6 922	6 150	4 452	14 569

¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Age classes

Tabuľka 6. Plochy skutočné vo vekových stupňoch – lesy hospodárske
Table 6. Actual areas by age classes – commercial forests

Platnosť LHP od ¹⁾	Vekové stupne ²⁾														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+
1987	9 790	7 063	5 902	7 723	14 716	14 223	14 656	11 211	7 879	4 045	1 972	836	619	246	120
1997	7 053	9 029	6 267	5 592	6 970	13 353	13 211	13 551	9 489	6 373	2 786	1 117	460	317	143
2007	9 441	7 877	9 076	6 943	6 422	7 792	13 409	14 196	13 275	9 406	5 651	2 842	1 071	440	392
Normal	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	9 600	6 700	3 300	400	0	0	0

¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Age classes



Obr. 3. Plochy skutočné – kategória lesov hospodárskych

Fig. 3. Actual areas – category of commercial forests.

¹⁾Age classes

- výrazný postupný nárast výmery porastov pätnásteho vekového stupňa a starších ako dôsledok predlžovania rubných dôb v ochranných lesoch,
- pokles zastúpenia kategórie lesov osobitného určenia v treťom decéniu vo väčšine vekových stupňov a jeho veľký nárast v prvom vekovom stupni ako dôsledok vetrovej kalamity najmä v LHC Vysoké Tatry.

Porovnanie plôch skutočných v jednotlivých decéniách kategórie hospodárskych lesov (tab. 6, obr. 3) ukazuje:

- kolísanie hodnôt plochy v mladom veku (vekové stupne 1, 2, 3, 4),
- úbytok plochy v stredných vekových stupňoch (5, 6, 7),
- prírastok plochy vo vyšších predovšetkým rubných vekových stupňoch (8, 9, 10, 11, 12, 13).

Vývoj plôch skutočných je determinovaný predovšetkým vekovou štruktúrou v prvom decéniu, kde prevládajú stredné vekové stupne a tie sa v sledovanom období postupne dostávajú do obnovy.

Rovnomernú produkciu a tým aj rovnomernú výšku ťažieb možno dosiahnuť normálnym zastúpením vekových stupňov. V rámci holorubného a podrastového hospodárskeho spôsobu sme pre výpočet normálneho zastúpenia vekových stupňov použili ťažbové percentá pre odvodenie výšky obnovnej ťažby podľa vyhlášky MP SR č. 453/2006 Z. z. pri rubnej dobe 110 a obnovnej dobe 30 rokov (obr. 3). Za účelom orientačného porovnania (vychádzame z priemerných a zaokrúhlených hodnôt rubnej a obnovnej doby pre kategóriu lesov hospodárskych) skutočného zastúpenia vekových stupňov v jednotlivých časových hladinách so zastúpením normálnym sme vypočítali

smerodajnú odchýlku (strednú chybu) z kvadrátov odchýlok skutočného zastúpenia od normálneho zastúpenia vekových stupňov. Kvôli možnosti porovnania s podobnými analýzami v budúcnosti je vyjadrená v percentách z aritmetického priemeru.

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad s_y \% = \frac{s_y}{\bar{y}} \cdot 100$$

kde

s_y – stredná chyba,

y_i – skutočné zastúpenie i-teho vekového stupňa,

$\hat{y}_i$ – normálne zastúpenie i-teho vekového stupňa,

n – počet vekových stupňov,

$\bar{y}$ – aritmetický priemer zastúpenia vekových stupňov.

Rok 1987: $s_y \% = 33,2$ Rok 1997: $s_y \% = 29,7$ Rok 2007: $s_y \% = 32,3$

Z porovnania skutočného a normálneho zastúpenia vekových stupňov vidno, že stredné chyby sú v priebehu sledovaného obdobia približne rovnaké. Exaktne to potvrdzuje test hypotézy o rovnosti rozptylov dvoch výberových súborov (ŠMELKO 1995) podľa vzťahov:

$$F = \frac{\hat{s}_1^2}{\hat{s}_2^2} ; \quad F_{1-\alpha/2, f_1, f_2} \leq F \leq F_{\alpha/2, f_1, f_2} ; \quad \text{t. j.} \quad (F_{1-0.025} = 0,34) \leq F \leq (F_{0.025} = 2,98)$$

kde

$$\hat{s}_1^2 = \frac{n_1}{n_1 - 1} \cdot s_1^2 ; \quad \hat{s}_2^2 = \frac{n_2}{n_2 - 1} \cdot s_2^2 ; \quad n_1 = n_2 = 15$$

$$F_{1987,1997} = \frac{\hat{s}_{1987}^2}{\hat{s}_{1997}^2} = 1,25 ; \quad F_{1987,2007} = \frac{\hat{s}_{1987}^2}{\hat{s}_{2007}^2} = 1,06 ; \quad F_{2007,1997} = \frac{\hat{s}_{2007}^2}{\hat{s}_{1997}^2} = 1,18$$

Hodnoty testovacej charakteristiky F sa nachádzajú v intervale kritických hodnôt. To znamená, že metódy ťažbovej úpravy ani náhodné ťažby nemali v sledovanom období významný vplyv na variabilitu zastúpenia vekových stupňov v kategórii lesov hospodárskych.

Hypotézu H_0 prijímame, rozdiel medzi rozptylom zastúpenia vekových stupňov v roku 1987, 1997 a 2007 sa na 5 % hladine významnosti s 95 % istotou nepotvrdil.

Rastové stupne

Rastový stupeň platí pre celý porast. Porast sa nezaraďuje do rastového stupňa na základe veku, ale podľa výškových a hrúbkových intervalov, ktoré sú na veku závislé. Táto závislosť sa premietá aj do vývoja zastúpenia rastových stupňov v sledovanom období. Vývoj rastových stupňov je v súlade s vývojom vekovej štruktúry (tab. 5, obr. 3). V tabuľke 7 a na obrázku 4 možno pozorovať postupný pokles zastúpenia rastových stupňov v štádiu mladín, žrdkovín, žrdovín, tenkých kmeňovín (predrubné

Tabuľka 7. Plochy skutočné podľa rastových stupňov
 Table 7. Actual areas by yield classes

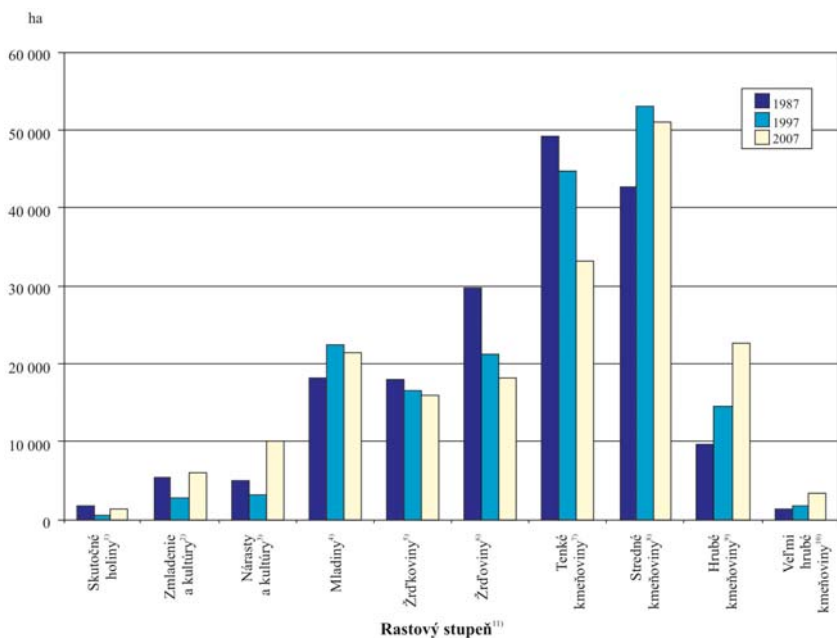
Platnosť LHP od ¹⁾	Rastové stupne ²⁾									
	Skutočné holiny ³⁾	Zmladenie a kultúry ⁴⁾	Nárusty a kultúry ⁵⁾	Mladiny ⁶⁾	Žrdľkoviny ⁷⁾	Žrdňoviny ⁸⁾	Kmeňoviny ⁹⁾			
							tenké ¹⁰⁾	stredné ¹¹⁾	hrubé ¹²⁾	< hrubé ¹³⁾
1987	1 780	5 451	5 011	18 165	17 899	29 792	49 142	42 832	9 654	1 228
1997	552	2 711	3 194	22 482	16 629	21 190	44 843	53 054	14 593	1 781
2007	1 522	6 024	10 079	21 431	15 851	18 111	33 053	51 016	22 728	3 554

¹⁾FMP validity, ²⁾Yield vlase, ³⁾Actual non-stocked forest land, ⁴⁾Natural growth and plantations, ⁵⁾Regrowth and plantations, ⁶⁾Thickets, ⁷⁾Pole stage stand, ⁸⁾Pole-mature forest, ⁹⁾Mature forest by diameter, ¹⁰⁾Small, ¹¹⁾Medium, ¹²⁾Large, ¹³⁾Very large

Tabuľka 8. Zastúpenie drevín (%)
 Table 8. Tree species composition (%)

Platnosť LHP od ¹⁾	Dreviny ²⁾									
	SM ³⁾	JD ⁴⁾	BO ⁵⁾	SC ⁶⁾	DB ⁷⁾	CR ⁸⁾	BK ⁹⁾	HB ¹⁰⁾	AG ¹¹⁾	
1987	33,4	2,0	10,5	2,3	10,5	5,9	15,3	6,5	2,3	
1997	32,6	1,9	10,2	2,3	10,2	5,8	15,8	6,9	2,5	
2007	29,3	2,0	9,7	2,3	10,1	6,0	16,8	7,5	2,7	

¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Tree species, ³⁾Spruce, ⁴⁾Fir, ⁵⁾Pine, ⁶⁾Larch, ⁷⁾Oak, ⁸⁾Turkey oak, ⁹⁾Beech, ¹⁰⁾Hornbeam, ¹¹⁾Locust



Obr. 4. Rastové stupne

Fig. 4. Yield classes.

¹⁾Actual non-stocked forest land, ²⁾Natural growth and plantations, ³⁾Regrowth and plantations, ⁴⁾Thickets, ⁵⁾Pole-stage stand, ⁶⁾Small pole stage, ⁷⁾Small mature forest by diameter, ⁸⁾Medium mature forest by diameter, ⁹⁾Large mature forest by diameter, ¹⁰⁾Very large mature forest by diameter, ¹¹⁾Yield class

vekové stupne) a postupný nárast zastúpenia rastových stupňov v štádiu stredných a hrubých kmeňovín (rubné vekové stupne).

3.4. Zastúpenie drevín

V záujmovom území v rokoch 1987, 1997 a 2007 prevládajú dreviny smrek, buk, dub, borovica, hrab, cér, agát, smrekovec a jedľa (tab. 8). Z hľadiska významu a kvoli prehľadnosti sa preto v ďalších analýzach venuje pozornosť vybraným charakteristikám len pre tieto najviac zastúpené dreviny.

V tabuľke 8 možno pozorovať klesajúci trend zastúpenia prevládajúcich ihličnatých drevín smreka a borovice, z listnatých drevín je to dub. Zastúpenie listnatých drevín (okrem duba) všeobecne stúpa, osobitne to platí o prevládajúcich drevinách buk, hrab a agát.

Harmonogram obnov LHP v desaťročnom cykle bol ekonomicky podmienený najmä organizačnou štruktúrou Lesoprojektu. Preto analyzovaná databáza LHP s rovnakým začiatkom platnosti LHP nepredstavuje z pohľadu drevinového zloženia

Tabuľka 9. Zakmenenie vo vekových stupňoch
Table 9. Stocking by age classes

Platnosť LHP od ¹⁾	Vekové stupne ²⁾														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+
1987	0,82	0,86	0,86	0,82	0,80	0,78	0,75	0,75	0,74	0,73	0,73	0,70	0,69	0,70	0,67
1997	0,89	0,88	0,86	0,84	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75	0,75	0,70	0,69	0,69
2007	0,74	0,91	0,87	0,84	0,83	0,81	0,81	0,79	0,80	0,78	0,77	0,75	0,75	0,68	0,70

¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Age classes

reprezentatívny štatistický výberový súbor, čo je zrejme aj z porovnania so zastúpením drevín na celom území Slovenska.

3.5. Produkčné charakteristiky Porovnanie zakmenení

V tabuľke 9 a na obrázku 5 možno pozorovať, že vývoj zakmenenia je v nepriamej úmere so stúpajúcim vekom. V sledovanom období troch časových hladín sa ale zakmenenie v jednotlivých vekových stupňoch zvyšuje. Prvý vekový stupeň je potrebné posudzovať osobitne, nakoľko tu v čase taxácie môže byť zalesňovanie v rôznom štádiu a navyše z dôvodu neúspešnej prirodzenej alebo umelej obnovy lesných porastov dochádza k opakovanému zalesňovaniu. Tým je možné vysvetliť výrazný pokles zakmenenia v prvom vekovom stupni tretieho decénia 2 roky po veternej kalamite.

Opačný trend vykazuje aj štrnásty vekový stupeň, kde došlo síce k postupnému narastaniu záso- by, ale ešte k výraznejšiemu zvýšeniu priemerných bonít najviac zastúpených drevín. Dôsledkom je zníženie redukovanej plochy a následne zakme- nenia.

Na testovanie hypotézy, že priemerné zakmene- nia sa v rokoch 1987 a 2007 rovnajú, sme použili:

a) metódu párového výberu, kde testovaciu cha- rakteristiku t vypočítame podľa vzťahov:

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d} ; \quad s_d = \frac{s_d}{\sqrt{n-1}}$$

kde

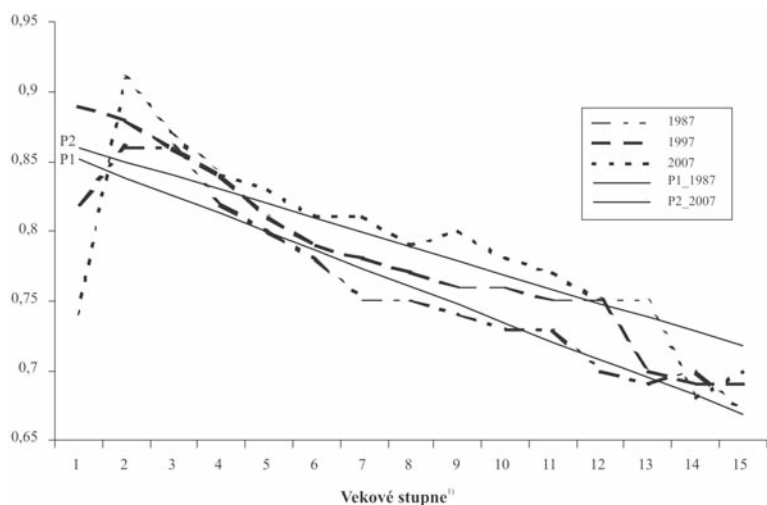
d_i – aritmetický priemer rozdielov párových hodnôt zakmenenia,

s_d – smerodajná odchýlka rozdielov párových hod- nôt zakmenenia,

s_d – odhad smerodajnej odchýlky rozdielov výbe- rovéch priemerov zakmenenia,

n – rozsah výberu.

Hypotézu prijímame keď $t \leq t_{\alpha,f}$ a zamietame keď $t > t_{\alpha,f}$ – počet stupňov voľnosti $(n-1)$.



Obr. 5. Zakmenenie vo vekových stupňoch

Fig. 5. Stocking by age classes.

¹⁾Age classes

$$\bar{d} = 0,029 \quad s_d = 0,046 \quad s_{\bar{d}} = 0,012 \quad t = 2,34 \quad t_{0,05,f} = 2,145$$

Hodnota testovacej charakteristiky t je väčšia ako kritická hodnota $t_{0,05,f}$. To znamená, že hospodárenie v lesoch výberového súboru LHC má v sledovanom období významný vplyv na zvyšovanie zakmenenia.

Hypotézu H_0 zamietame na 5 % hladine významnosti, priemerné zakmenenie v roku 2007 je s 95 % istotou významne vyššie ako v roku 1987.

b) test zhody parametrov dvoch regresných priamok vyrovnávajúcich závislosť zakmenenia na veku v roku 1987 a v roku 2007 (obr. 5):

Rovnice priamok:

$$P1_{1987} - Zk_i = 0,858035714 - 0,0013071 t_i$$

$$P2_{2007} - Zk_i = 0,865541666 - 0,00103 t_i$$

Test hypotézy o zhode absolútnych koeficientov je založený na významnosti rozdielu medzi výberovými priermi pri rovnosti rozptylov, keď x_1 a x_2 sú závislé, podľa vzťahu:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} = \frac{0,02866}{0,010263} = 2,79$$

kde

$\bar{x}$ – výberový priemer zakmenenia,

$s_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$ – odhad smerodajnej odchýlky rozdielov výberových priemerov zakmenenia.

Počet stupňov voľnosti $f = n_1 + n_2 - 2$

Testovacia charakteristika $t_{0,01,f} = 2,763$

Hypotézu H_0 zamietame na 1 % hladine významnosti, odstup regresných priamok v smere hodnôt y t. j. hodnôt zakmenenia je s 99 % istotou významne rozdielny od nuly.

Hypotéza o zhode regresných koeficientov sa testuje podľa vzťahu

$$t = \frac{b_1 - b_2}{\hat{S}_{(b_1 - b_2)}} = \frac{0,000277}{0,000383} = 0,72$$

kde

$\bar{b}$ – regresný koeficient,

$\hat{S}_{(b_1 - b_2)}$ – odhad smerodajnej odchýlky rozdielov regresných koeficientov.

Počet stupňov voľnosti $f = n_1 + n_2 - 4$

Kritická hodnota testovacej charakteristiky $t_{0,01,f} = 2,779$

Hypotézu H_0 prijímame, vyrovnávajúce priamky v časových hladinách 1987 a 2007 sú približne rovnobežné.

Porovnanie priemerných bonít

Podobný stúpajúci trend ako u zakmenenia možno pozorovať aj pri priemerných absolútnych výškových bonitách pre jednotlivé dreviny (tab. 10). Je všeobecne známe, že stanovištné podmienky pre drevinu (bonita drevin je nepriamym ukazovateľom produkčnej schopnosti stanovišťa) by sa v závislosti na veku nemali meniť. Napriek tomu existuje rad subjektívnych a objektívnych príčin ovplyvňujúcich priemerné bonity v rámci hodnoteného výberového súboru LHC:

- Absolútna výšková bonita je určená strednou výškou drevin a vekom porastu. Môže byť preto subjektívne negatívne aj pozitívne ovplyvnená prípadnou systematickou chybou pri meraní výšok v jednotlivých časových hladinách a tiež chybou vyplývajúcou z rozdielu medzi vekom drevin a vekom porastu (v porastoch vekovo diferencovaných).
- V druhom decéniu prichádza do úvahy objektívny vplyv zavedenia nových rastových tabuliek vypracovaných pre slovenské prírodné podmienky, v rámci ktorých bola relatívna bonitácia lesov SR nahradená absolútnou.
- Systematicky dochádza k zlepšovaniu bonity vplyvom postupnej zmeny zastúpenia drevín spôsobenej uplatňovaním modelov hospodárenia pri zakladaní, výchove a obnove porastov vo výberovom súbore (tab. 8). Dochádza pritom k znižovaniu zastúpenia drevín na horších bonitách a zvyšovaniu zastúpenia drevín na lepších bonitách. Výnimkou je len nepatrne zastúpená drešina vrbá, u ktorej priemerná bonita vykazuje klesajúci trend vplyvom postupného zvyšovania výmery (zastúpenia) tejto prípravnej drevin na relatívne horších bonitách.
- Náhodné ťažby (a tým aj znižovanie zastúpenia drevín na horších bonitách) sa vyskytujú najmä v porastoch so stanovištno nevhodnou drevinovou skladbou, typickým príkladom sú smrekové monokultúry.

Tabuľka 10. Priemerné absolútne výškové bonity drevín
Table 10. Average absolute height classes of tree species

Platnosť LHP od ¹⁾	Dreviny ²⁾								
	SM ³⁾	JD ⁴⁾	BO ⁵⁾	SC ⁶⁾	DB ⁷⁾	CR ⁸⁾	BK ⁹⁾	HB ¹⁰⁾	AG ¹¹⁾
1987	23,5	22,4	23,9	21,8	22,9	21,3	22,6	14,4	17,7
1997	25,6	24,2	25,4	23,6	24,1	23,7	24,5	15,7	18,5
2007	26,2	25,2	26,5	24,3	24,9	24,8	25,6	16,3	19,5

¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Tree species, ³⁾Spruce, ⁴⁾Fir, ⁵⁾Pine, ⁶⁾Larch, ⁷⁾Oak, ⁸⁾Turkey oak, ⁹⁾Beech, ¹⁰⁾Hornbeam, ¹¹⁾Locust

Tabuľka 11. Priemerné absolútne výškové bonity smreka a buka vo vekových stupňoch
Table 11. Average absolute height classes of spruce and beech by age classes

Platnosť LHP od ¹⁾	Drevi- na ²⁾	Vekové stupne ³⁾														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1987	SM ⁴⁾	18,2	23,8	26,2	26,2	27,3	27,5	26,8	25,6	24,3	23,1	20,5	18,6	16,5	15,8	13,9
	BK ⁵⁾	18,8	23,6	24,4	23,9	23,7	24,5	24,6	22,8	22,5	21,3	21,3	18,6	18,0	16,0	14,1
1997	SM ⁴⁾	23,8	32,2	29,1	27,5	27,7	28,2	28,3	27,4	26,4	24,5	23,9	20,8	19,9	17,5	15,1
	BK ⁵⁾	20,5	27,9	26,6	26,6	26,0	25,8	26,0	25,8	24,0	23,5	23,0	21,8	18,3	17,6	14,9
2007	SM ⁴⁾	27,7	32,0	31,5	29,4	27,8	27,9	28,6	28,5	27,4	26,5	24,9	23	20,1	19,6	16,4
	BK ⁵⁾	25,3	26,7	27,6	26,7	27,7	26,9	27,0	27,1	26,5	25,0	24,3	23,3	21,9	18,0	16,0

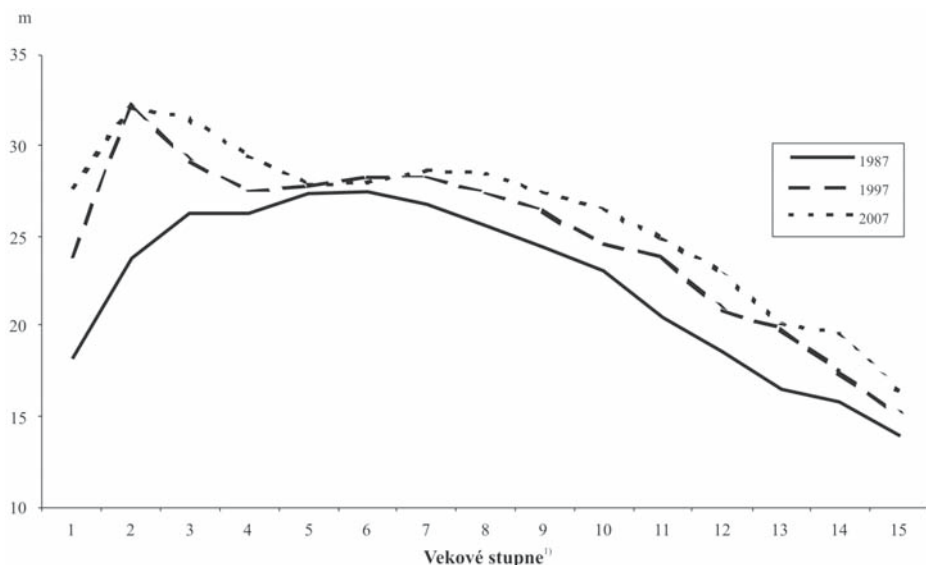
¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Tree species, ³⁾Age classes, ⁴⁾Spruce, ⁵⁾Beech

Ako vidno v tabuľke 11 a na obrázku 6 priemerné bonity najviac zastúpených drevín stúpajú v celom vekovom rozpätí. Veľké kolísanie priemerných bonít v nižších vekových stupňoch (1–3) možno s veľkou pravdepodobnosťou pripísať subjektívnym vplyvom, výrazný pokles priemerných bonít vo vyšších vekových stupňoch (12+) spôsobuje rastúci podiel ochranných lesov.

Na testovanie hypotézy, že priemerné absolútne výškové bonity smreka sa v rokoch 1987 a 2007 rovnajú, sme rovnako ako pri zakmenení, použili metódu párového výberu. Analogický postup sme použili pri drevine buk.

$$\begin{array}{llllll}
 \text{smrek: } \bar{d} = 3,80 & s_d = 4,48 & s_{\bar{d}} = 1,20 & t = 3,17 & t_{0,01f} = 2,977 \\
 \text{buk: } \bar{d} = 3,46 & s_d = 3,65 & s_{\bar{d}} = 0,97 & t = 3,55 & t_{0,01f} = 2,977
 \end{array}$$

Hodnoty testovacej charakteristiky t sú väčšie ako kritická hodnota $t_{0,01f}$. To znamená, že hospodárenie v lesoch výberového súboru LHC má v sledovanom období významný vplyv na zlepšovanie priemernej absolútnej výškovej bonity smreka a buka.



Obr. 6. Priemerné výškové bonity smreka vo vekových stupňoch

Fig. 6. Average height classes of spruce in age classes.

¹⁾Age classes

Hypotézu H_0 zamietame na 1 % hladine významnosti, priemerné absolútne výškové bonity smreka a buka v roku 2007 sú s 99 % istotou významne vyššie ako v roku 1987.

Porovnanie zásob

Zásoby jednotlivých prevládajúcich drevín (tab. 12), s výnimkou stagnujúcej jedle, narastajú. Zníženie zásoby smreka v treťom decéniu je spôsobené veternou kalamitou v roku 2004 najmä vo Vysokých Tatrách, ale aj na ostatnom území Slovenska (v LHC

Tabuľka 12. Zásoby podľa prevládajúcich drevín (tis. m³)

Table 12. Growing stock according to dominant tree species (1,000 m³)

Platnosť LHP od ¹⁾	Dreviny ²⁾								
	SM ³⁾	JD ⁴⁾	BO ⁵⁾	SC ⁶⁾	DB ⁷⁾	CR ⁸⁾	BK ⁹⁾	HB ¹⁰⁾	AG ¹¹⁾
1987	13 890	1 299	2 888	581	3 405	1 760	4 640	1 184	316
1997	16 364	1 044	3 554	806	3 370	1 850	6 248	2 103	419
2007	15 653	1 070	3 633	865	3 898	2 218	7 495	2 389	427

¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Tree species, ³⁾Spruce, ⁴⁾Fir, ⁵⁾Pine, ⁶⁾Larch, ⁷⁾Oak, ⁸⁾Turkey oak, ⁹⁾Beech,

¹⁰⁾Hornbeam, ¹¹⁾Locust

Tabuľka 13. Zásoby na 1 ha vo vekových stupňoch (m³)Table 13. Growing stock per 1 ha (m³) by age classes

Platnosť LHP od ¹⁾	Vekové stupne ²⁾															Priemer na 1 ha ³⁾
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15+	
1987	0	7	39	99	151	199	232	259	267	277	236	260	205	187	177	172
1997	0	12	69	127	180	217	252	282	307	303	320	260	295	220	199	205
2007	0	14	80	141	190	240	276	301	327	340	333	322	253	275	211	216

¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Age classes, ³⁾Average per 1 ha

Vysoké Tatry stúpila skutočná plocha smreka v prvom vekovom stupni z hodnoty 934 ha v roku 1997 na hodnotu 4 397 ha v roku 2007 a zásoba smreka v LHC Vysoké Tatry sa v roku 2007 znížila o 1 800 tis. m³).

Výrazné sú postupné zmeny rozloženia zásob vo vekových stupňoch. Z porovnania vývoja skutočných plôch (tab. 5) a vývoja hektárových zásob (tab. 13) vidno, že zatiaľ čo v roku 1987 prevažujú stredné vekové stupne, v roku 2007 sú to už vekové stupne rubné a zároveň postupne významne narastá aj zásoba porastov pätnásteho vekového stupňa a starších.

Treba zdôrazniť, že zvyšovanie zásob nie je spôsobené len východiskovou vekovou štruktúrou v roku 1987, ale je ovplyvnené aj zvyšovaním bonít a zakmenení. Tento vplyv možno pozorovať v tabuľke 16 a na obrázku 7, kde dochádza k zvyšovaniu hektárových zásob v celom vekovom rozpätí.

Na testovanie hypotézy, že priemerné hektárové zásoby sa v rokoch 1987 a 2007 rovnajú, sme použili, rovnako ako pri zakmenení, metódu párového výberu.

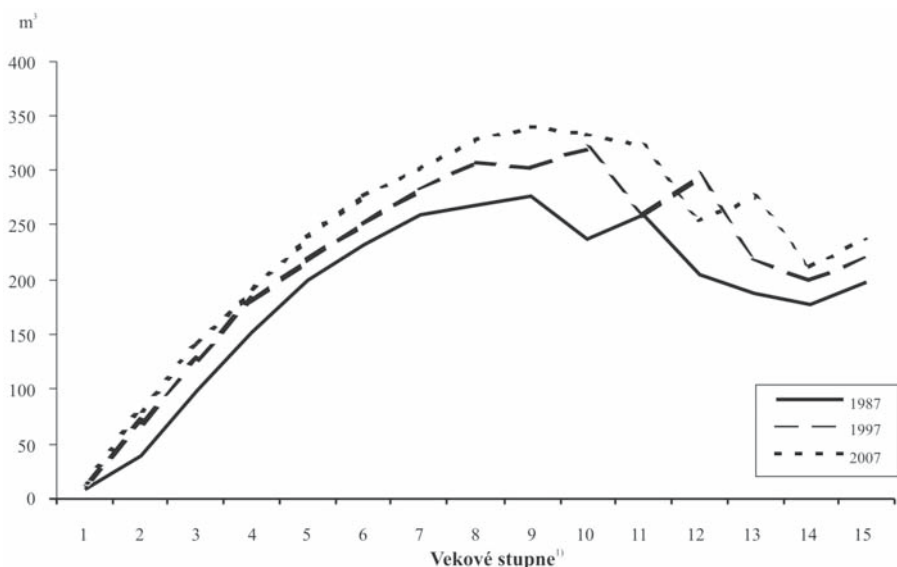
$$\bar{d} = 49,867 \quad s_d = 54,174 \quad s_{\bar{d}} = 14,480 \quad t = 3,44 \quad t_{0,01,f} = 2,977$$

Hodnota testovacej charakteristiky t je väčšia ako kritická hodnota $t_{0,01,f}$. To znamená, že zvýšenie zakmenenia a zlepšenie bonít drevín v lesoch výberového súboru LHC má v sledovanom období významný vplyv na zvyšovanie hektárových zásob.

Hypotézu H_0 zamietame na 1 % hladine významnosti, priemerná hektárová zásoba v roku 2007 je s 99 % istotou významne väčšia ako v roku 1987.

Porovnanie plánovaných ťažieb

Vývoj plánovaných ročných obnovných ťažieb na 1 ha podľa drevín (tab. 14) korešponduje s vývojom zásob a má stúpajúci trend. Určujúcim kritériom pre plánovanie ťažieb je rozloženie zásob vo vekových stupňoch a intenzita ťažbových zásahov súvisiaca so stanoveným etátom ťažby obnovnej. Typickým príkladom je pokles zásoby smreka (v dôsledku kalamity) a zároveň výrazné zvýšenie plánovanej ťažby smreka v treťom decéniu spôsobené znížením výchovnej ťažby a podstatným zvýšením obnovnej ťažby.



Obr. 7. Zásoby na 1 ha vo vekových stupňoch

Fig. 7. Growing stock per 1 ha by age classes.

¹)Age classes

Postupné zvyšovanie zásob v obnovovaných vekových stupňoch a s tým súvisiaci relatívne vysoký etát ťažby obnovnej je dôvodom mimoriadneho zvýšenia plánovaných ročných ťažieb vo vekových stupňoch v treťom decéniu (obr. 8).

Stúpajúci trend sa prejavuje nielen v objeme ale aj v sortimentnom zložení plánovaných ťažieb podľa porastových sortimentačných tabuliek (PETRÁŠ & NOCIAR 1991), čo súvisí najmä s presunom zásob z prevládajúcich nižších vekových stupňov do vyšších vekových stupňov so súčasným zvyšovaním stredných hrúbok porastov.

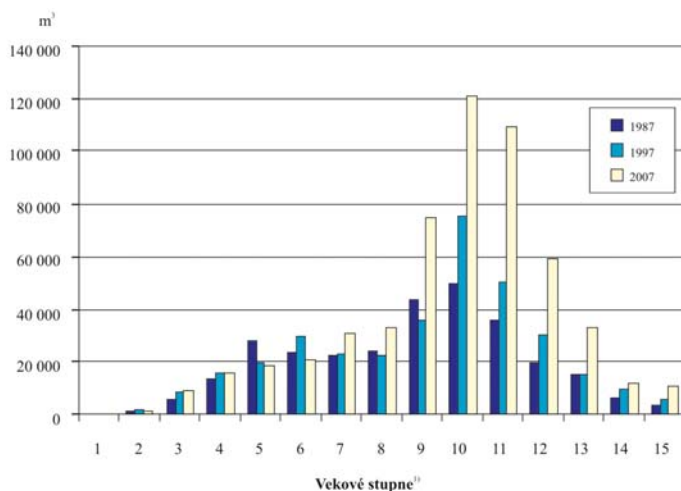
Tabuľka 14. Plánované ročné obnovné ťažby na 1 ha podľa prevládajúcich drevín (m³)

Table 14. Planned annual regeneration felling per 1 ha (m³) according to dominant tree species

Platnosť LHP od¹)	Dreviny²)								
	SM³)	JD⁴)	BO⁵)	SC⁶)	DB⁷)	CR⁸)	BK⁹)	HB¹⁰)	AG¹¹)
1987	1,1	3,1	1,6	0,4	0,7	1,3	2,0	0,9	2,1
1997	1,3	2,8	2,4	0,4	0,9	1,6	2,0	1,1	3,4
2007	3,0	3,6	3,5	0,7	2,2	3,2	3,2	1,9	3,7

¹)Validity of FMP from, ²)Tree species, ³)Spruce, ⁴)Fir, ⁵)Pine, ⁶)Larch, ⁷)Oak, ⁸)Turkey oak, ⁹)Beech,

¹⁰)Hornbeam, ¹¹)Locust



Obr. 8. Plánované ročné ťažby vo vekových stupňoch

Fig. 8. Planned annual felling by age classes.

¹⁾Age classes

Odzrkadľuje sa to v postupnom zvyšovaní objemu plánovanej ťažby v hrúbkových triedach 3 – 6 a v jeho poklese v hrúbkovej triede 1 (tab. 15).

Z porovnania akostných tried je zrejмый trend postupného zvyšovania objemu piliarskej guľatiny na úkor drobného priemyselného dreva (tab. 16).

Relatívne porovnanie vývoja taxačných veličín v sledovanom období

Za účelom porovnania vývoja taxačných veličín sme vypočítali z absolútnych hodnôt bázičné indexy, ktoré kvantifikujú vývoj taxačných veličín v porovnateľných relatívnych jednotkách.

Z tabuľky 17 a obrázku 9 vyplývajú tieto skutočnosti:

- Priemerné zakmenenie do roku 1997 mierne stúpa a ďalej sa nemení, čo súvisí s vývojom skutočnej zásoby a jej relácie k zásobe z rastových tabuliek.

Tabuľka 15. Zastúpenie hrúbkových tried

Table 15. Percentage of diameter classes

Platnosť LHP od ¹⁾	Hrúbkové triedy v % ²⁾					
	6 (> 60 cm)	5 (50 – 59)	4 (40 – 49)	3 (30 – 39)	2 (20 – 29)	1 (16 – 19)
1987	1,2	3,0	7,7	21,0	27,3	6,3
1997	1,4	3,2	8,5	21,9	27,8	5,9
2007	1,7	4,0	10,4	24,5	27,4	5,1

¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Diameter classes in %

Tabuľka 16. Zastúpenie akostných tried
Table 16. Percentage of log quality classes

Platnosť LHP od ¹⁾	Akostné triedy v % ²⁾						
	I	II	III A	III B	V	VI	Odpad ³⁾
1987	1,8	6,7	33,0	25,0	31,4	2,0	0,034
1997	1,8	6,1	33,0	27,7	29,2	2,2	0,035
2007	2,2	6,9	34,4	29,7	24,8	2,0	0,036

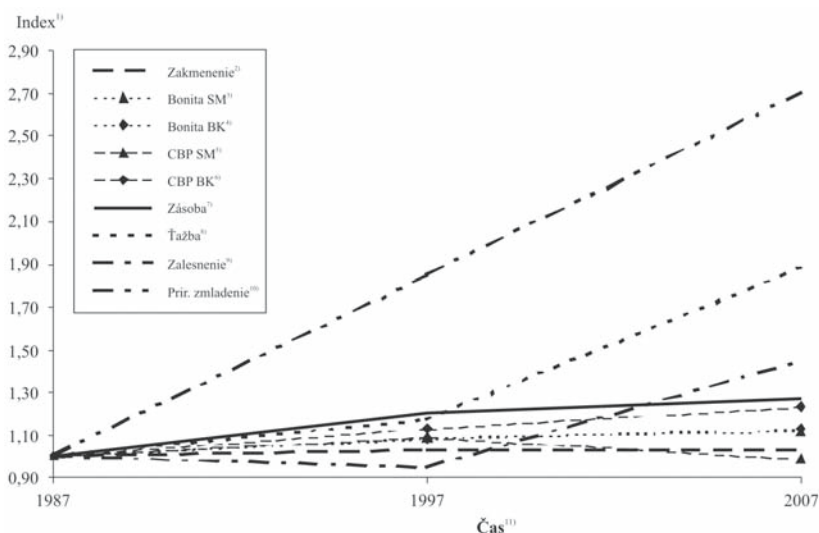
¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Log grade classes in %, ³⁾Waste

- Priemerné bonity najviac zastúpených drevín (SM, BK) sa v sledovanom období zlepšujú. Viac v roku 1997, menej v roku 2007, čo sa dá vysvetliť hlavne znižovaním zastúpenia týchto drevín na horších bonitách (najmä v prvých troch vekových stupňoch) a v druhom decénií sčasti aj zavedením nových rastových tabuliek.
- CBP smreka zaznamenal po zvýšení v roku 1997, pokles v roku 2007, čo je v súlade so zvyšovaním priemerného veku smreka a s priebehom závislosti celkového bežného prírastku na veku (po kulminácii klesá).
- CBP buka aj v roku 2007 stúpa nakoľko kulminuje neskôr ako CBP smreka a zároveň má buk nižší priemerný vek.
- Rast zásoby je ovplyvnený predovšetkým poklesom CBP smreka, ktorý je najviac zastúpenou drevinou. Preto sa rast zásoby v roku 2007 zmierňuje.

Tabuľka 17. Vývoj taxačných veličín
Table 17. Development of mensurational parameters

Platnosť LHP od ¹⁾	Zakme- nenie ²⁾	Vek ³⁾		Bonita ⁶⁾		CBP ⁷⁾		Zásoba ⁸⁾ tis. m ³	Ťažba ročná ⁹⁾	Zalesn. z pl. ťažby ¹⁰⁾	Prir. zml. v % ¹¹⁾
		SM ⁴⁾	BK ⁵⁾	SM ⁴⁾	BK ⁵⁾	SM ⁴⁾	BK ⁵⁾				
1987	0,77	66,3	60,7	23,5	22,6	381 708	145 089	30 787	291 132	8 307	27
1997	0,79	71,1	64,3	25,6	24,5	415 370	164 375	37 053	341 465	7 894	50
2007	0,79	72,3	66,5	26,2	25,6	377 708	179 177	39 247	548 496	12 050	73
Bázické indexy¹²⁾											
1987	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1997	1,03	1,07	1,06	1,09	1,08	1,09	1,13	1,20	1,17	0,95	1,85
2007	1,03	1,09	1,10	1,11	1,13	0,99	1,23	1,27	1,88	1,45	2,70

¹⁾Validity of FMP from, ²⁾Stocking, ³⁾Age, ⁴⁾Spruce, ⁵⁾Beech, ⁶⁾Site class, ⁷⁾Total actual volume increment, ⁸⁾Standing volume in 1,000 m³, ⁹⁾Annual felling, ¹⁰⁾Reforestation of planned felling, ¹¹⁾Natural regeneration in %, ¹²⁾Basic indexes



Obr. 9. Vývoj taxačných veličín

Fig. 9. Development of mensurational parameters.

¹⁾Index, ²⁾Stocking, ³⁾Yield class spruce, ⁴⁾Yield class beech, ⁵⁾Total current increment spruce, ⁶⁾Total current increment beech, ⁷⁾Growing stock, ⁸⁾Felling, ⁹⁾Reforestation, ¹⁰⁾Natural regeneration, ¹¹⁾Year

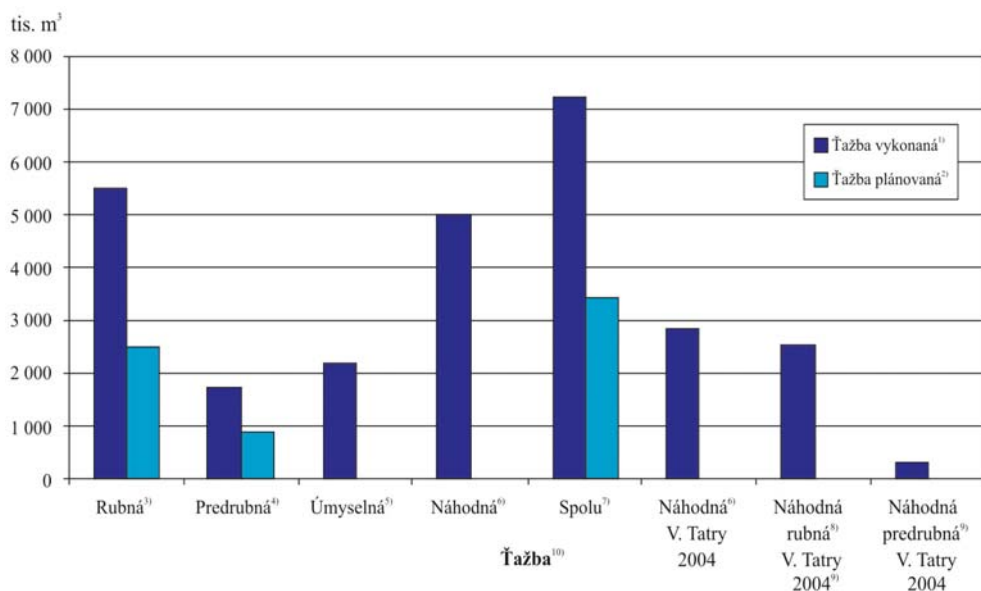
- Na prvý pohľad neprimerane vysoký objem plánovanej ťažby v treťom decéniu má logické vysvetlenie. Prvým dôvodom je nárast zásoby, druhým dominujúcim dôvodom je masívny presun plochy skutočnej a odpovedajúcej zásoby do obnovovaných vekových stupňov (obr. 3).
- Presun zásoby do obnovovaných vekových stupňov znamená síce zvýšenie obnovenej ťažby, ale súbežné zvyšovanie bonít spôsobuje aj zvýšenie tabuľkovej zásoby. Preto aj pri vyššej celkovej ťažbe v druhom decéniu, ťažbová plocha v porovnaní s prvým decéniom mierne klesá a s ňou aj zalesnenie z plánovanej ťažby.
- Percento prirodzeného zmladenia zo zalesnenia z plánovanej ťažby v dôsledku postupného prechodu z holorubného na podrastový hospodársky spôsob rovnomerne prudko stúpa.

Porovnanie plánovanej a vykonanej ťažby

Analýza je založená na údajoch LHP a LHE (L 146) len z druhého decénia (1997 – 2006), nakoľko staršie ročníky LHE boli zo štátnych lesov poskytované v štruktúre lesných závodov a neumožňujú dezagregáciu evidenčných údajov do LHC. Obrázok 10 obsahuje agregované údaje LHP a LHE.

Z porovnania údajov na obrázku 10 možno konštatovať, že:

- Objem vykonanej ťažby vysoko (približne dvojnásobne) prekračuje objem ťažby plánovanej, a to tak rubnej ako aj predrubnej.



Obr. 10. Objem plánovanej a vykonanej ťažby

Fig. 10. Planned and realized felling volume.

¹)Felling realized, ²)Felling planned, ³)Mature, ⁴)Premature, ⁵)Intentional, ⁶)Incidental (salvage), ⁷)Total, ⁸)Incidental (salvage) mature, ⁹)Incidental (salvage) premature, ¹⁰)Felling

- V štruktúre vykonanej ťažby prevláda ťažba náhodná rubná a ťažba náhodná predrubná, pri ktorej vzniká zalesňovacia povinnosť.
- Ťažba náhodná predstavuje viac ako dvojnásobok ťažby úmyselnej.
- Majoritný podiel na objeme náhodnej ťažby majú ihličnaté dreviny.
- Objem a štruktúru vykonanej ťažby významne ovplyvnila veterná kalamita v roku 2004 v LHC Vysoké Tatry, ktorá tvorí približne 60 % náhodnej ťažby výberového súboru (obr. 10).

V súvislosti s veternými kalamitami má výrazne stúpajúci trend poškodenie podkôrnym a drevokazným hmyzom (rok 1987 – 36 ha, rok 1997 – 188 ha, rok 2007 – 369 ha), ktorého dôsledkom je súčasné rozsiahle uschýnanie smrekových porastov.

3.6. Predikcia vývoja lesov

Predikcia je kalkulovaná v dvoch variantoch, ktoré podľa zaužívanej terminológie predstavujú výhľady ťažieb a prognózy ťažieb. Výhľady ťažieb predpovedajú vývoj lesov v ideálnych (tabuľkových) podmienkach, prognózy ťažieb zohľadňujú vo vývoji lesov aj náhodné vplyvy. Vzájomné odchýlky vývoja lesov na jednotlivých časových hladinách v rámci výhľadov sú spôsobené predovšetkým kolísaním skutočného plánovania ťažieb okolo predpovedaného vývoja.

3.6.1. Výhľad ťažieb

Výhľad ťažieb vychádza zo zisteného stavu lesa v jednotlivých časových hladinách s využitím modelov rastu lesa, ktoré sú obsiahnuté v rastových tabuľkách (HALAJ & PETRÁŠ 1998). Kalkulácia objemu ťažieb je založená na modelovej intenzite výchovných ťažieb a na ťažbových percentách pre odvodenie výšky obnovnej ťažby podľa vyhlášky MP SR č. 5/1995 Z. z. Tieto informačné zdroje umožňujú kvantifikáciu prírastkov, modelovanie presunu taxačných veličín vo vekových stupňoch a odvodenie objemu ťažieb pre budúce štyri decéniá. Použité algoritmy ale nezohľadňujú pravdepodobnosť výskytu náhodných ťažieb, preto má modelovanie charakteristík vývoja ťažieb deterministický charakter, čo znamená, že budúci stav lesa je jednoznačne určený stavom predchádzajúcim a matematickými funkciami rastového procesu.

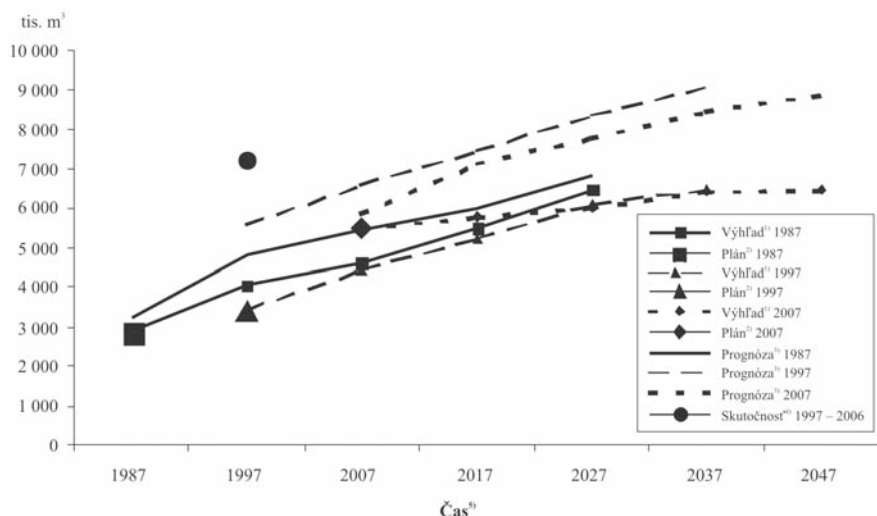
Tabuľka 18 a obrázky 11, 12 obsahujú výhľad ťažieb na 4 desaťročia v jednotlivých časových hladinách. Z porovnania predikovaných ťažieb vyplýva, že:

Tabuľka 18. Plán, výhľad a prognóza ťažieb na decénium v časových hladinách (tis. m³)

Table 18. Plan, outlook and prognosis of the decennial felling at time levels (1,000 m³)

Ťažba ¹⁾	Rok ²⁾	Plán ³⁾	Výhľad ⁴⁾			Prognóza ⁵⁾ 2007
			1987	1997	2007	
Spolu ⁶⁾	1987–1996	2 860				
	1997–2006	3 410	4 050			
	2007–2016	5 480	4 600	4 410		5 840
	2017–2026		5 490	5 190	5 760	7 140
	2027–2036		6 470	6 060	6 010	7 760
	2037–2046			6 470	6 410	8 450
	2047–2056				6 450	8 860
Rubná ⁷⁾	1987–1996	2 120				
	1997–2006	2 510	3 380			
	2007–2016	4 570	3 950	3 610		4 360
	2017–2026		4 920	4 460	5 040	5 880
	2027–2036		6 010	5 410	5 300	6 610
	2037–2046			5 900	5 710	7 330
	2047–2056				5 770	7 700
Pred-rubná ⁸⁾	1987–1996	750				
	1997–2006	910	670			
	2007–2016	920	650	800		1 480
	2017–2026		560	740	730	1 260
	2027–2036		460	650	720	1 150
	2037–2046			570	700	1 120
	2047–2056				670	1 160

¹⁾Felling, ²⁾Yedar, ³⁾Plan, ⁴⁾Outlook, ⁵⁾Prognosis, ⁶⁾Together, ⁷⁾Mature, ⁸⁾Premature



Obr. 11. Trend ťažby celkovej (skutočnosť, plán, výhľad, prognóza)

Fig. 11. Trend in total felling (actual felling, plan, outlook, prediction).

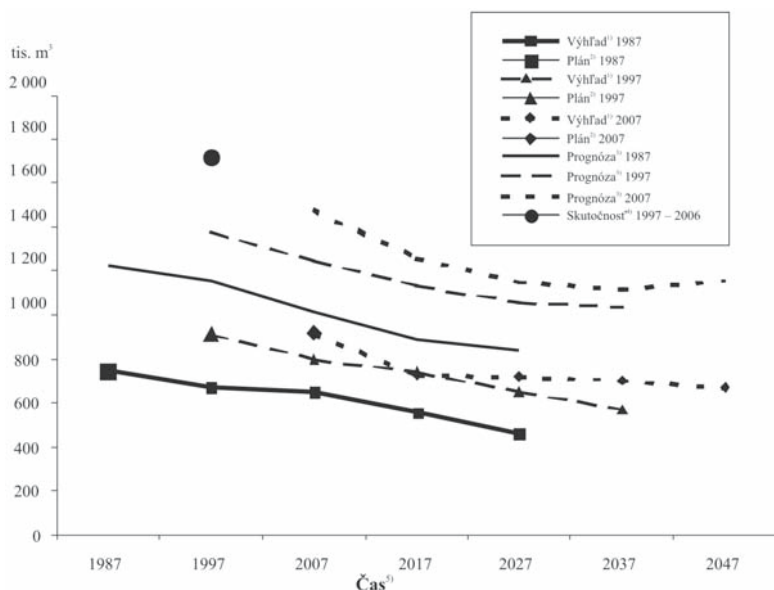
¹⁾Outlook, ²⁾Plan, ³⁾Prognosis, ⁴⁾Reality, ⁵⁾Year

- Celkový objem plánovaných ťažieb má stúpajúci trend, ktorý sa postupne zmierňuje.
- Plánované ťažby v druhom a treťom decéniu kolíšu okolo výhľadu z roku 1987. Zníženie plánovaných ťažieb v druhom decéniu oproti výhľadu z roku 1987 vytvára potenciál pre zvýšenie plánovaných ťažieb v treťom decéniu oproti tomuto výhľadu.
- Výhľad objemu výchovných ťažieb má v čase klesajúci trend, čo súvisí s postupným znížovaním zastúpenia predrubných vekových stupňov.
- Výhľad objemu výchovných ťažieb v analyzovaných časových hladinách postupne stúpa v dôsledku zvyšovania zastúpenia predrubných vekových stupňov s vyššou hektárovou zásobou (obr. 3).
- Relatívne vysoký celkový objem skutočných ťažieb v druhom decéniu (1997 – 2006) je dôsledkom veternej kalamity najmä v LHC Vysoké Tatry (obr. 10).

3.6.2. Prognózy ťažieb

V prognózach ťažieb v roku 2007 už je okrem modelovania rastového procesu zakomponovaná aj stochastická charakteristika výskytu náhodných ťažieb, ktorá je vypočítaná z lesnej hospodárskej evidencie k platným LHP za obdobie rokov 1998 – 2005. Náhodné ťažby sú v prognózach zohľadnené sprostredkované v podobe agregovaných koeficientov realizácie plánovaných ťažieb.

Ich uplatnenie v prognózach predpokladá približne rovnaké chovanie lesného ekosystému (rastový proces, hospodárenie, náhodné vplyvy) aj v budúcich decéniách.



Obr. 12. Trend vývoja ťažby predrubnej

Fig. 12. Trend in premature felling.

¹⁾Outlook, ²⁾Plan, ³⁾Prognosis, ⁴⁾Reality, ⁵⁾Year

Práve koeficienty realizácie ťažieb spôsobujú otváranie nožníc medzi výhľadom ťažieb a prognózou ťažieb, nakoľko v poslednom období objem náhodných ťažieb prevyšuje objem ťažieb úmyselných. Zohľadnenie náhodných vplyvov vo vývoji ťažieb má preto za následok podstatne vyššie hodnoty všetkých prognózovaných veličín (tab. 18, obr. 11, 12).

4. Záver

Téma práce je zameraná na analýzu stavu a vývoja lesov v priebehu troch decénií na základe výberového súboru údajov LHP a LHE. Výberový súbor tvoria LHP s rovnakým začiatkom aj obdobím platnosti (10 rokov), ktoré boli obnovované v troch časových hladinách. Údaje o stave lesov sú platné k termínu 1. január 1987, 1997 a 2007. Údaje plánu hospodárskych opatrení sa vzťahujú na tri decéniá v období 1987 – 2016. Analýza LHE vychádza pre nedostupnosť starších údajov len z druhého decénia (1997 – 2006). Výberový súbor zahŕňa aj LHC Vysoké Tatry, ktorý bol vážne poškodený veternou kalamitou v roku 2004. Výsledkom analýzy sú trendy vývoja lesov. V sledovanom období boli kvantifikované:

A) Pozitívne trendy:

- Postupný radikálny prechod od uplatňovania foriem holorubného hospodárskeho spôsobu k formám podrastového hospodárskeho spôsobu.
- Postupný presun plôch z prevládajúcich stredných (predrubných) vekových stupňov do rubných vekových stupňov.

- Pokles zastúpenia ihličnatých drevín a vzostup zastúpenia listnatých drevín vo výberovom súbore.
- Zvyšovanie zakmenenia vo vekových stupňoch.
- Zlepšovanie priemerných absolútnych výškových bonít drevín.
- Postupné zväčšovanie objemových prírastkov drevín vo väzbe na zlepšovanie bonít.
- Postupné zväčšovanie zásob drevín, a to aj v prepočte na 1 ha plochy skutočnej vo všetkých vekových stupňoch.
- Postupné zväčšovanie plánovaných ťažieb drevín a to aj v prepočte na 1 ha plochy skutočnej zvlášť výrazne v obnovovaných vekových stupňoch.
- Postupné mierne zlepšovanie hrúbkovej a kvalitovej štruktúry plánovaných ťažieb.
- Zväčšenie výmery kategórie lesov hospodárskych a lesov ochranných. Zníženie výmery kategórie lesov osobitného určenia.
- Prognóza významného zvyšovania objemu celkovej ťažby v budúcich 4 decéniách a z toho najmä ťažby rubnej.

B) Negatívne trendy:

- Vysoký podiel náhodnej ťažby (kalamity).
- Výrazne stúpajúci trend poškodenia podkôrnym a drevokazným hmyzom a následné uschýnanie smrekových porastov.
- Pokles výmery porastovej pôdy s funkciou protilavínovou a rekreačnou.
- Zvyšovanie priemerného veku smreka a následné znižovanie celkového bežného prírastku smreka.

Celkove možno konštatovať, že v priebehu sledovaného obdobia vývoj lesov vo výberovom súbore zaznamenal výrazné zlepšenie, ktoré sa prejavilo najmä v zavádzaní jemnejších spôsobov hospodárenia, v optimalizácii drevinovej skladby a vo zvýšení produkčných charakteristík, ktoré vyústili do vyšších plánovaných ťažieb.

Literatúra

1. HALAJ J., PETRÁŠ R., 1998: Rastové tabuľky hlavných drevín. SAP, Bratislava, 325 s. – 2. HERICH I., 1997: Informačný systém – nástroj pre sledovanie obhospodarovania lesov. In Zborník referátov z MVK: Trvalosť obhospodarovania v HÚL, plánovaní a lesníckej politike, Zvolen, p. 53–62. – 3. HERICH I., 2008: Hodnotenie stavu a vývoja lesov na výberovom súbore údajov LHP a LHE. Štúdia, Zvolen, Národné lesnícke centrum, 37 pp. – 4. KOLEKTÍV 2000: Postup na vedenie lesnej hospodárskej evidencie podľa vyhlášky MP SR č. 31/1999 Z. z. o lesnej hospodárskej evidencii. Lesoprojekt Zvolen, 54 pp. – 5. KOLEKTÍV, 2008: Pracovné postupy HÚL. NLC Zvolen, 147 pp. – 6. PETRÁŠ R., NOCIAR V., 1991: Sortimentálne tabuľky hlavných drevín. Veda, Bratislava, s. – 7. ŠMELKO Š., 1995: Štatistické metódy v lesníctve. ES TU vo Zvolene, 276 pp.

Summary

The sampling set for the analysis of forests' condition and development was formed by comparable databases of forest management plans (FMP) with effect from 1987, 1997, 2007 (Figure 1) and data from the forest records (FR) for the period of 1997–2006.

The analysis of FMP databases was based on the data aggregated from FMP and FR using tree species, age and other criteria as aggregation units. The aggregated data were assessed using: tables containing

summary, average and other aggregated valuables at different levels of aggregation; alignment and bar statistical charts; statistical measures of position and variability; statistical hypotheses tests; and time series and indexes. The analysis operated on the principle of generally known links between mensurational parameters and used GIS outputs.

The objective was to assess trends in basic forest indicators observed in the study period. The analysed set included the following indicators: functional forest category; forms of silvicultural systems; age structure; tree species composition; production indicators; and future trend predictions.

The analysis resulted in the definition of forest development trends. In the study period, the following trends were quantified (Table 1–18, Figure 2–12):

A/ Positive trends

- Gradual transition from a clear-cut to shelterwood silvicultural system.
- Gradual shift of areas from prevailing premature age classes to mature age classes.
- Decrease in the area of coniferous species and increase in the area of broadleaved species
- Increase of stocking in particular age classes
- Improvement of average absolute height site classes for particular tree species
- Gradual increase of volume increments of particular tree species associated with site class improvements
- Gradual increase of growing stock of particular tree species including figures for 1 ha of actual area for all age classes
- Gradual increase of planned felling volumes including figures for 1 ha of actual area with a distinct increase observed in the group of regeneration age classes
- Gradual slight increase of diameter and improvement of qualitative structure of planned felling
- Increase in the area of commercial and protective forests outweighed by decrease in the area of special-purpose forests
- Estimated significant increase in the total volume of felling in the coming four decades, particularly with respect to mature felling

B/ Negative trends

- High incidence of salvage felling (calamities)
- Significantly increasing trend in forests damage by bark beetle and woodborers resulting in spruce forest decline
- Decline in the forest cropland area associated with avalanche control and recreation functions
- Increase in the average age of spruce forests and subsequent decrease in the total current increment of the species

Based on the sampling set of data, the analysis generally confirms a positive trend in the development of Slovak forests in the study period. Positive results have chiefly been attributed to wider implementation of close-to-nature management practices, optimisation of tree species composition, and improvements in production indicators resulting in improved felling figures.

Translated by: author
Revised by: Z. AL-ATTASOVÁ